1930
Lane Medical Library

ÜBER HARNPUFFERUNG NEBST UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE WIRKUNG VON GERSONS „MINERALOGEN“ AUF DEN SÄURE-BASEN-HAUSHALT DES MENSCHEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

GEORG AUGUST-UNIVERSITÄT ZU GÖTTINGEN

VORGELEGT VON

WALTER MECKE

APPR. ARZT AUS WESEL AM RHEIN

DEKAN UND REFERENT: PROFESSOR DR. H. STRAUB

SONDERDRUCK AUS „ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE EXPERIMENTELLE MEDIZIN“, BD. 71, HEFT 1/2

VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER IN BERLIN. 1930

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154024_0358

A. Über Harnpufferung.

Bei der Untersuchung der Wirkung des Mineralogens auf den Säurebasenhaushalt des Körpers — über deren Ergebnisse im zweiten Teil der vorliegenden Arbeit berichtet wird — war ein Maßstab für die Ausfuhr saurer und basischer Äquivalente durch die Nieren nötig. Die Messung des Harn-p_H erschien allein ungenügend, jedoch als notwendige Ergänzung bei titrimetrischer Bestimmung der „Säureausscheidung".

Als Maßstab der letzteren gaben *Henderson* und *Palmer* [1] die Mengen 0,1 n Säure bzw. Lauge an, die nötig sind, um den Harn auf ein p_H von 7,4 zu bringen (diesen Wert nahmen sie für die Blutreaktion an). *Ragnar Berg* [2] titrierte den Harn gegen vier verschiedene Indicatoren, Phenolphthalein, Lackmus, Methylorange und Kongorot, und nannte als Maß die Zahlen der Kubikzentimeter 0,1 n Säure bzw. Base, die der Harn von einem Umschlagspunkt zum anderen verbraucht.

Die gesuchte Verbindung von p_H-Messung und Bestimmung der Pufferkapazität ist die elektrometrische Titration, die durchaus korrekt und leidlich handlich ist. Die früher für diesen Zweck allein bekannte Elektrode mit strömendem H_2 ist für den Harn nicht geeignet, da die CO_2 aus dem Harn ausgetrieben wird. Dadurch wird bei alkalischen Harnen die Reaktion weit nach der alkalischen Seite verschoben. Bei Verwendung von Chinhydronelektroden bedeutet die Rücksicht auf die CO_2 dagegen fast keine Komplikation.

Schon bei der Gewinnung des Harns mußte ein CO_2-Verlust vermieden werden (*Bohn* [3], *Beck* und *Lauber* [4], *Mainzer* und *Shen*[5]). Auch bei stark sauren Harnen ist er wegen der zuweilen recht hohen CO_2-Spannung nicht ganz bedeutungslos, bei alkalischen Harnen ist er auf keinen Fall zu vernachlässigen. Deshalb wurde der Harn von den (ausschließlich männlichen) Versuchspersonen unter Paraffinöl entleert, Katheterisieren erschien überflüssig. Auf das vielfach wünschenswerte Sammeln von 24 Stundenharnen mußte ich wegen dieser Art der Harngewinnung

Haldane und *Kennaway* [9] gefundene Grenzkonzentration von 0,33 n würde einem Gehalt von 745% allein an gebundener CO_2 entsprechen! Die aktuelle Reaktion des Harns der Abb. 2 — der wie alle hier erwähnten Harne ohne CO_2-Verlust unter Paraffin aufgefangen wurde — läßt sich nach der *Henderson-Hasselbalch*-Gleichung aus der Bindungskurve und der genuinen CO_2-Spannung auf etwa 7,84 berechnen. Dabei wurden bezüglich des CO_2-Absorptionskoeffizienten und des Faktors p_{K1} der Dissoziationsgleichung dieselben Voraussetzungen wie auf S. 255 gemacht. Dieser Harn ist weit alkalischer als das Blut; die von *Beck* und *Lauber* [4] ausgesprochene Vermutung, daß der Harn stets saurer als das Blut sei, trifft demnach nicht zu.

Da sich der Phosphatgehalt des Harns durch innerliche Gaben von primärem und sekundärem Phosphat nicht bequem beeinflussen ließ,

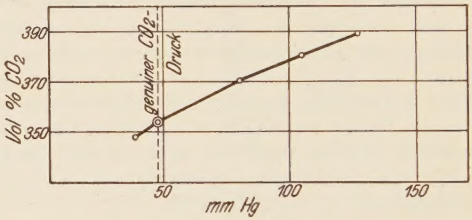


Abb. 2. CO_2-Bindungskurve eines sehr alkalischen Harns. Beachte die in dieser hohen Lage beträchtliche Pufferung: steigt die CO_2-Spannung von 48 auf 128 mm Hg, so wächst der CO_2-Gehalt von 354 auf 389 Vol.-%. (Unterschied 35 Vol.-% = 0,016 Mole.)

wurden die physiologischen Tagesschwankungen in der Phosphatausscheidung *(Wordell* [10]*)* benutzt. Dabei schwankten allerdings auch die übrigen Harnpuffer, vom Bicarbonat abgesehen, etwa im gleichen Verhältnis. Die Zusammenstellung von 20 Harnen, die Bicarbonat nur in Spuren enthielten, zeigte, daß die Pufferung (zwischen $p_H = 2{,}7$ und $p_H = 8{,}0$) im allgemeinen mit der Phosphatkonzentration steigt.

Kurven mit nennenswerten Potentialsprüngen ergaben nur die Harne mit hohem Bicarbonatgehalt. Abb. 3 zeigt drei extreme Titrationskurven, deren Puffer in der Tabelle quantitativ aufgeführt sind. IV ist ein Vormittagsharn nach Bicarbonatzufuhr mit starker Bicarbonatpufferung, wodurch die Reaktion stark alkalisch wird und die Titrationskurve zwischen den p_H-Werten 5,5 und 7,0 (also mit dem Maximum bei dem Wert p_K der Dissoziationsgleichung) eine sehr verringerte Neigung bekommt. V ist ein Harn, der an einem Vormittag nach langer körperlicher Anstrengung entleert wurde und (von Bicarbonat, das völlig fehlt, abgesehen), gleichmäßig sehr stark gepuffert ist. Die Kurve verläuft fast geradlinig mit ganz geringer Neigung. VI ist ein Morgenharn, nach Genuß starken Kaffees entleert, die Pufferung ist gleichmäßig gering. Auch diese Kurve ist zwischen den p_H-Werten 3,0 und 8,0 fast geradlinig, sie hat aber eine sehr starke Neigung.

Daß IV und VI trotz gleichen NH_3-Gehaltes jenseits von $p_H = 8{,}5$ so verschieden verlaufen, liegt vielleicht an Messungsfehlern. In dem fraglichen Bereich ist das Chinhydrom ja nur bei sehr schneller Messung zuverlässig, die Potentialeinstellung bei der Titration erfordert jedoch eine gewisse Zeit.

Weil die Messung des Harn-p_H bei Zimmertemperatur vorgenommen wurde, erschien sie ungenauer als die Berechnung aus der Dissoziationsgleichung der CO_2. Hierzu mußte die CO_2-Spannung des Harns bekannt sein. Da die von *Beck* [11] angegebene Methode zu umständlich erschien, bestimmte ich (von Anfang des Mai 1929 an, also kurz vor dem Erscheinen

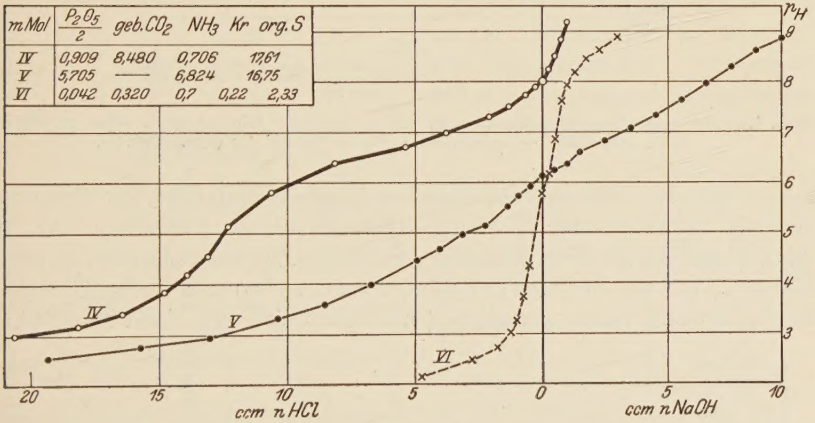


Abb. 3. Titrationskurven: IV Harn mit hohem Bicarbonatgehalt; starke Pufferung im Bereich von 5,5—7,0 p_H, unter- und oberhalb Andeutung von Potentialsprüngen. V gleichmäßig stark gepufferter Harn. VI sehr geringe Pufferung — der Harn wurde nach einem Diureticum entleert. In der Tabelle sind die Puffer quantitativ aufgeführt.

der Arbeit von *Mainzer* und *Shen*) die CO_2-Bindungskurve in der seit langem beim Blut geübten Weise. Zur Bestimmung des aktuellen CO_2-Druckes wurde der CO_2-Gehalt des genuinen Harns festgestellt und auf der Kurve der zugehörige Abszissenwert aufgesucht. Die dabei gefundenen CO_2-Spannungen (48—110 mm Hg) liegen etwa in *Mainzers* und *Shens* Bereich. In der Regel nahmen die Drucke mit höherer Lage der Kurve ab, umgekehrt wie beim Blut, wo beim Ansteigen der Bindungskurve durch Steigern der Spannung (und umgekehrt) ein Gleichbleiben des p_H angestrebt zu werden pflegt. Die Hoffnung, auf diese Weise genauere Werte für das p_H als durch die direkte Messung zu erhalten, erfüllte sich nicht. Der Absorptionskoeffizient des Harns für CO_2 schwankt mit dem Salzgehalt, und noch unsicherer ist der Wert für p_{K1}. Nach *Hasselbalch* [12] nimmt der Wert — für Bicarbonatlösungen und Blut — mit zunehmender Bicarbonatkonzentration von $> 6{,}45$ — $\sim 6{,}3$ ab. *Gamble* [13] benutzte den Wert 6,1, *Mainzer* und *Shen* [14] bestimmten ihn zu $\geq 6{,}0$. Bei dem obigen (S. 254) und den folgenden Beispielen, die nur Vergleichswerte geben sollen, benutzte ich für den Absorptionskoeffizienten den Wert 0,669

(in Anlehnung an die Bindungskurve eines stark sauren, also bicarbonatfreien Harns), für p_{K1} 6,0.

Immerhin waren die Bindungskurven an sich interessant. Abb. 4 zeigt zwei Kurven, die in gleicher Höhe liegen, dabei ganz verschieden

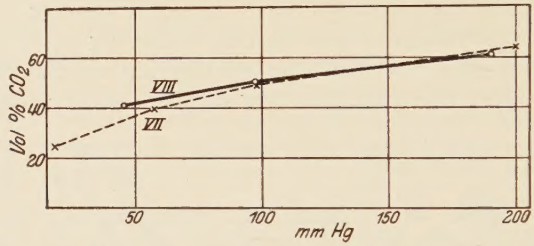


Abb. 4. Zwei Harn-CO_2-Bindungskurven, die in gleicher Höhe liegen, aber verschieden stark ansteigen — verschieden starke Pufferung (vgl. Abb. 5).

steil verlaufen. Wie es vom Blut her längst bekannt ist, ist dieser verschieden steile Anstieg Ausdruck ungleich starker Pufferung. Auf der Abb. 5 sind die zu diesen Harnen gehörenden Titrationskurven zu sehen. Harn VII mit der steileren CO_2-Bindungskurve hat eine flache Titrationskurve, ist also besser gepuffert (es handelt sich um einen Nachtharn),

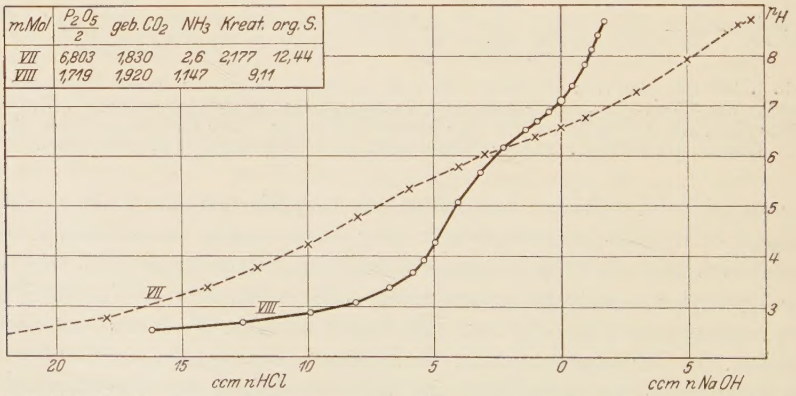
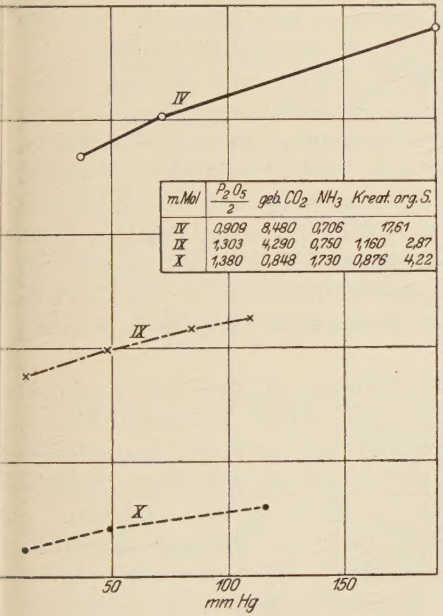


Abb. 5. Titrationskurven der Harne, deren CO_2-Bindungskurve die Abb. 4 zeigt. VII stark gepuffert (flache Titrations-, steile Bindungskurve), VIII schlechter gepuffert (steilere Titrations-, flachere Bindungskurve). Die Tabelle zeigt die Puffer quantitativ.

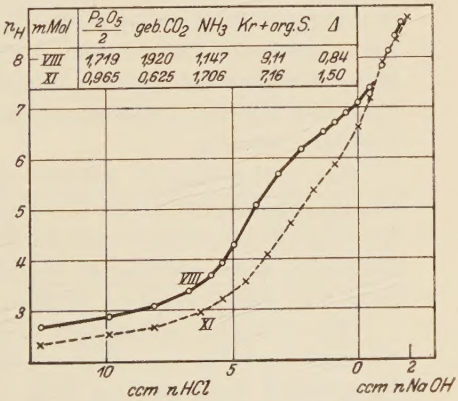
bei VIII (einem Vormittagsharn) verläuft die Bindungskurve flach, die Titrationskurve steil. Auf der Tabelle sind die Puffer quantitativ aufgeführt. Zur zahlenmäßigen Erläuterung des Begriffes der Pufferung kann man aus den Bindungskurven und der Dissoziationsgleichung der CO_2 die p_H-Änderungen berechnen, die in beiden Harnen bei einer Steigerung der CO_2-Spannung von 50 auf 100 mm Hg auftreten. Steigt die CO_2-Spannung von 50 auf 100 mm Hg, so sinkt das p_H bei VII von

6,80 auf 6,65 (Δ $p_H = 0{,}15$), bei VIII von 6,88 auf 6,68 (Δ $p_H = 0{,}20$). In der Abb. 6 sind die CO_2-Bindungskurven von drei Vormittagsharnen gezeichnet, die, vom Bicarbonat abgesehen, ungefähr gleich stark gepuffert sind (vgl. Tab.). Die Bindungskurven verlaufen jedoch mit zunehmend hoher Lage steiler. Auch diese Eigenschaft ist von den Blutbindungskurven bekannt, die untere Grenze ihres Normalbezirkes [15] hat einen kleineren Neigungswinkel als die obere. Dieser verschieden steile Anstieg ist der Ausdruck dessen, daß Harn wie Blut (das gilt natürlich nur für den hier in Frage kommenden p_H-Bereich) mit zunehmender Alkalescenz unter sonst gleichen Bedingungen besser gepuffert sind. Die mit



m.Mol	$\frac{P_2O_5}{2}$	geb. CO_2	NH_3	Kreat.	org. S.
IV	0,909	8,480	0,706		1,761
III	1,303	4,290	0,750	1,160	2,87
X	1,380	0,848	1,730	0,876	4,22

Abb. 6. CO_2-Bindungskurven dreier Harne, deren Puffer quantitativ in der Tabelle aufgeführt sind. Mit zunehmend hoher Lage verlaufen die Kurven steiler.



m.Mol	$\frac{P_2O_5}{2}$	geb. CO_2	NH_3	Kr+org. S.	Δ
VIII	1,719	1,920	1,147	9,11	0,84
XI	0,965	0,625	1,706	7,16	1,50

Abb. 7. Titrationskurven zweier Harne (ihre Puffer quantitativ in der Tabelle). Der besser gepufferte VIII hat eine Gefrierpunktserniedrigung von 0,84, XI eine solche von 1,5. Die Gesamtsalzkonzentration ist also bei XI fast doppelt so groß wie bei VIII.

wachsendem p_H sich stärker auswirkenden Puffer sind beim Blut wahrscheinlich organischer Art, beim Harn dürfte die Hauptrolle dem NH_3 zufallen. In den Titrationskurven kommt das längst nicht so klar zum Ausdruck, die Neigung der CO_2-Bindungskurve ist ein viel feinerer Indicator der Pufferung.

Die Abb. 7 zeigt die Titrationskurven zweier Vormittagsharne, deren Pufferung nicht wesentlich verschieden ist, die Puffer sind im einzelnen in der Tabelle aufgeführt. Der etwas besser gepufferte Harn VIII hat eine Gefrierpunktserniedrigung von 0,84, der andere, XI, dagegen eine solche von 1,5, also eine fast doppelt so hohe Salzkonzentration.

Daraus geht hervor, daß die Konzentration der Puffer in keiner Beziehung zu der Gesamtsalzkonzentration steht.

B. Über den Einfluß des „Mineralogens" auf den Säure-Basen-Haushalt des Körpers.

K. A. Hasselbalch sowie *K. Beckmann* wiesen nach, daß man mit einer früchte- und gemüsereichen Kost den Alkalibestand des Körpers vermehren kann; sie fanden eine Erhöhung des Harn-p_H [16], der alveolaren CO_2-Spannung [17] und der CO_2-Bindungskurve des Blutes [18]. Die aus den beiden letzteren Daten zu berechnende Blutreaktion änderte sich dagegen nicht. Seitdem ist wiederholt versucht worden, die mit solcher Nahrung zu erzielende Verschiebung im Säurenbasengleichgewicht des Körpers durch Hinzufügen von Mineralsalzgemischen zu verstärken. Untersuchungen, die *K. Beckmann* und *Ewig* [19] mit dem Präparat „Basika" und *Hürthle* [20] mit den „Brufabasen" angestellt haben, ergaben Änderungen in Harn-p_H und alveolarer CO_2-Spannung, dagegen nicht (bzw. erst nach Zufuhr sehr großer Salzmengen ganz vorübergehende) Verschiebungen der Blut-CO_2-Bindungskurve. Hier soll über das Ergebnis ähnlicher Versuche, die mit *Gersons* „Mineralogen" angestellt wurden, berichtet werden.

Das „Mineralogen" enthält nach *Herrmannsdorfer* [21] an Kationen Ca, Mg, Sr, Na, Bi, Al, an Anionen Phosphat, Sulfat, Thiosulfat, Silicat, Carbonat, Brom, Salicyl- und Milchsäure. Zu der von *Gerson* angegebenen säuernden Kost soll davon täglich dreimal je ein gehäufter Teelöffel nach dem Essen gegeben werden, um die Säuerung zu verstärken.

Die einzigen vorliegenden Versuche über die Wirkung des Mineralogens sind die von *Müller* und *Quincke* [22]. Die Untersucher gaben Mineralogen mehrere Tage lang bei konstanter Kost und bestimmten im 24-Stundenharn neben dem p_H den Verbrauch an 0,1 n HCl bis zum Umschlag von Methylorange bzw. an 0,1 n NaOH bis zum Umschlag von Phenolphthalein; das Verhältnis der beiden letzten Größen nannten sie den Phosphatindex. Sie führen die Mittelwerte von 7 Patienten an. Das p_H stieg und fiel in je 3 Fällen, blieb in einem Falle gleich. Der Phosphatindex fiel (zum Teil nur wenig) in 5 Fällen, d. h. die Ausfuhr basischer Valenzen nahm zu, stieg erheblich in 2 Fällen.

Zur Prüfung der Mineralogenwirkung wurde bei unseren Versuchspersonen die alveolare CO_2-Spannung sowie die CO_2-Bindungskurve des Blutes in der von *Beckmann* und *Ewig* sowie von *Hürthle* angewandten Weise untersucht. Anstatt der einfachen p_H-Messung wurde der ohne CO_2-Verlust aufgefangene Harn elektrometrisch titriert.

Die Versuchspersonen erhielten während der Versuchstage die übliche Krankenhauskost mit einigen Einschränkungen, so daß sie einer Standardkost fast gleich kam. Die zugeführte Flüssigkeitsmenge war in den Versuchstagen gleich. Untersucht wurde jeweils am Ende einer mehrtätigen Vorperiode, der Versuchsperiode,

in der das Mineralogen gegeben wurde, und einer Nachperiode. Um einen möglichst großen Ausschlag zu erzielen, wurde mehr Mineralogen verabfolgt als der Originalvorschrift entspricht. Die Anordnung der Versuche war verschieden.

In zwei Fällen wurde am Versuchstage um 5 Uhr 30 Minuten früh nüchtern ein Eßlöffel des Salzes in Wasser aufgelöst verabfolgt — also nur je einmal —, an Vor- und Nachtag eine gleiche Menge Wasser allein. Um 7 Uhr 30 Minuten wurde Blut zur Bindungskurve entnommen, die alveolare CO_2-Spannung bestimmt und der in der Zeit von 5 Uhr 30 bis 7 Uhr 30 Minuten sezernierte Harn aufgefangen.

In zwei anderen Fällen wurde an dem bzw. den beiden Versuchstagen je dreimal ein Eß- bzw. ein Teelöffel Salz nach den Hauptmahlzeiten gegeben, Harn und alveolare CO_2-Spannung mehrmals täglich zu entsprechenden Zeiten in der Vor-, Haupt- und Nachperiode verglichen, das Blut für die Bindungskurve immer am Ende der einzelnen Perioden früh entnommen mit gleichzeitiger Alveolargasanalyse.

In dem letzten Falle wurde an 2 aufeinanderfolgenden Tagen, dann nach 2 sowie nach 5 Tage lang fortgesetzter Salzgabe (dreimal täglich 2 gehäufte Teelöffel *), schließlich 4 Tage nach Absetzung des Salzes Alveolargas und Venenblut früh nüchtern sowie der in der Zeit von 6 Uhr 30 Minuten bis 10 Uhr sezernierte Harn untersucht.

In Tabelle 1 sind als Beispiel die Harne von zwei Versuchspersonen aufgeführt, und zwar mit ihrem p_H und der aus den Titrationskurven entnommenen Säureausscheidung nach *Henderson* und *Palmer* (ausgedrückt in Kubikzentimetern 0,1 n-Säure). Bei Fe. wurde am zweiten

Tabelle 1.

			Harnmenge mit spezifischem Gewicht	p_H	Säureausscheidung in 0,1 Millimolen	
					%	gesamt
Fe.	5^{30}—7^{30}h	V.** 3. 7.	345/1013	5,50	10,0	34,5
		4. 7.	100/1030	5,10	34,0	34,0
		5. 7.	115/1023	4,99	38,0	43,7
Wi.		9. 7. 8—13^h	135/1031	4,79	76,0	102,5
		13—20^h	170/1028	4,90	84,0	143,0
		20— 8^h	~380†/1016	5,07	27,5	104,5
		†† 10. 7. 8—13^h	155/1013	4,63	53,0	82,0
		13—20^h	317/1025	5,31	62,5	197,0
		20— 8^h	755/1018	5,12	25,0	189,0
		11. 7. 8—13^h	108/1026	4,57	88,0	95,0
		13—20^h	270/1028	5,48	72,0	194,0
		20— 8^h	587/1023	4,86	45,0	264,0
Summen:		9. 7.	~685			350,0
		10. 7.	1227			468,0
		11. 7.	965			553,0

* Das Salz wurde hierbei wegen des als unangenehm empfundenen Geschmackes nicht in Wasser aufgelöst, sondern in Oblaten gegeben.

** V.: Versuchstag, um 5^{30}h 1 Eßlöffel Mineralogen.

† Menge nicht vollständig.

†† Am 10. 7. V., dreimal, um 10^h, 13^{30}h, 19^h, je einen Eßlöffel Mineralogen.

Tage früh einmal 1 Eßlöffel Mineralogen gegeben. Es handelt sich um die Harne der Zeit von 5 Uhr 30 Minuten bis 7 Uhr 30 Minuten. Bei Wi. wurde am zweiten Tage dreimal je 1 Eßlöffel Mineralogen verabreicht. Die Änderungen der Säureausscheidung sind, mit den Werten von *Henderson* und *Palmer* verglichen, bei denen Schwankungen bis zu 100% vorkommen, gering. Ein Einfluß des Mineralogens läßt sich weder auf p_H noch auf Säureausscheidung nachweisen. Ebenso ist es in den übrigen hier nicht aufgeführten Fällen.

Die Nüchternwerte der alveolaren CO_2-Spannungen, die CO_2-Volumina des Blutes bei 40 mm Hg und im Arterienpunkt sowie die daraus errechneten Blutreaktionen seien auf Tabelle 2 mitgeteilt, die Tagesschwankungen der alveolaren CO_2-Spannungen der zweiten Versuchsgruppe in Abb. 8 dargestellt.

Tabelle 2.

I. (Am Versuchstage 1 Eßlöffel Mineralogen.)

	Vortag	Versuchstag	Nachtag
Va.	18. 6.	19. 6.	20. 6.
Alveolare CO_2-Spannung	43,4	41,6	42,3
Blut-CO_2 (Vol.-%) bei 40 mm Hg	40,3	43,0	38,6
im Arterienpunkte	41,5	43,5	39,5
p_H (errechnet)	7,21	7,25	7,20
Fe.	3. 7.	4. 7.	5. 7.
Alveolare CO_2-Spannung	42,1	39,6	41,0
Blut-CO_2 (Vol.-%) bei 40 mm Hg	40,6	45,3	38,7
im Arterienpunkte	41,1	45,2	38,9
p_H (errechnet)	7,223	7,286	7,213

II. Untersuchungen früh nüchtern nach:

	Vortag	Versuchstag	Nachtag
Mü. (am 28. 5. und 29. 5. je 3mal 1 Teelöffel Salz)	28. 5.	30. 5.	31. 5.
Alveolare CO_2-Spannung	45,6	45,3	45,5
Blut-CO_2 (Vol.-%) bei 40 mm Hg	41,5	42,0	42,5
im Arterienpunkte	43,5	44,2	45,7
p_H (errechnet)	7,207	7,216	7,227
Wi. (am 10. 7. 3mal 1 Eßlöffel Salz)	10. 7.	11. 7.	12. 7.
Alveolare CO_2-Spannung	43,8	44,0	43,1
Blut-CO_2 (Vol.-%) bei 40 mm Hg	42,6	43,7	45,2
im Arterienpunkte	44,0	45,2	46,3
p_H (errechnet)	7,231	7,238	7,259

III.

	26. 6.	27. 6.	täglich 3 × 2 Teelöffel Mineralogen				5. 7.	...	9. 7.
			28. 6.	29. 6.	30. 6.	... 4. 7.			
Alveolare CO_2-Spannung	41,3	41,9		42,1	41,8		43,3		42,8
Blut-CO_2 (Vol.-%)									
bei 40 mm Hg . . .	41,2	42,2			43,2		42,8		42,5
im Arterienpunkte .	41,8	43,2			43,7		43,7		43,4
pH (errechnet) . . .	7,233	7,236			7,251		7,225		7,234

Die einzige Versuchsanordnung, bei der der erzielte Ausschlag mit einiger Sicherheit über die Fehlergrenzen der angewandten Methoden hinausgeht, ist die erste. Hier erhöht sich am zweiten, dem Versuchstage, die Lage der Bindungskurve um 2,7 bzw. 4,7 Volumprozent CO_2, um am folgenden Tage unter den Ausgangswert zu fallen. Da die CO_2-Spannung nicht mit der Bindungskurve in die Höhe geht, sondern im Gegenteil fällt, steigt die aktuelle Reaktion deutlich an — das Blut wird alkalischer, nicht, wie man erwarten sollte, saurer. Sieht man aber von diesen ganz akuten Belastungen, also den Verhältnissen kurz nach Verabfolgung des Salzes ab, so sind die Ausschläge schon bei der zweiten Gruppe (auch die Ausschläge der in Abb. 8 niedergelegten CO_2-Spannungen) so gering, daß sie kaum zu verwerten sind. In dem letzten Falle vollends ist praktisch gar kein Ausschlag in der Lage der Bindungskurve und der CO_2-Spannung, damit auch der Blutreaktion zu verzeichnen.

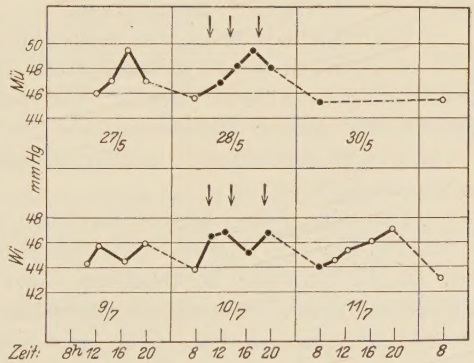


Abb. 8. Tagesschwankungen der alveolaren CO_2-Spannung vor, bei und nach Mineralogen-Verabreichung. Oben Mü., bei ↓ am 28. 5. — ebenso, auf der Abbildung nicht angegeben, am 29. 5. — je 1 Teelöffel Mineralogen. Unten Wi., bei ↓ am 10. 7. je 1 Eßlöffel Mineralogen.

Das *Ergebnis der Untersuchung* ist demnach folgendes: Das Mineralogen mag kurze Zeit nach der Verabfolgung eine Erhöhung der CO_2-Bindungskurve des Blutes und eine Verschiebung der Blutreaktion nach der alkalischen Seite veranlassen — hier ist das nur für größere Mengen, als der Originalvorschrift entspricht, nachgewiesen —, eine Dauerwirkung auf den Säurebasenhaushalt des Körpers oder gar eine Verschiebung nach der sauren Seite läßt sich dagegen nicht nachweisen. Ein Einfluß auf die Zusammensetzung des Harns ist nicht aufzufinden.

Zusammenfassung.

1. Die elektrometrische Titration des unter Paraffin aufgefangenen und gehaltenen Harns gibt genauen Aufschluß über die Pufferkapazität wie über die aktuelle Reaktion. Sie veranschaulicht außerordentlich deutlich die Verschiedenartigkeit beider Größen.

2. Die Titrationskurve des Harns verläuft gewöhnlich ziemlich geradlinig. Eine Ausnahme machen Harne mit hohem Bicarbonatgehalt; hier zeigt sich eine deutliche Ausbiegung und Abflachung. Das Maximum liegt bei dem p_H, das gleich dem Wert p_{K1} der Dissoziationsgleichung für die CO_2 ist.

3. Wie sich aus der Dissoziationsgleichung der CO_2 berechnen läßt, liegt das p_H von Harnen mit sehr hohem Bicarbonatgehalt weit auf der alkalischen Seite der Blutreaktion.

4. Die CO_2-Bindungskurven verschiedener Harne verlaufen verschieden steil, auch wenn sie in gleicher Höhe liegen. Ganz allgemein nimmt die Neigung mit höherer Lage zu. Die verschiedene Neigung ist Ausdruck verschieden starker Pufferung.

5. Die Pufferkapazität des Harns ist unabhängig von der Gesamtsalzkonzentration.

6. Das Mineralogen bewirkt in Dosen, die das Mehrfache der Originalvorschrift betragen, für Stunden eine Erhöhung der CO_2-Bindungskurve des Blutes und der Blutreaktion, also eine Verschiebung nach der alkalischen Seite. Eine anhaltende Wirkung läßt sich auch nach großen Dosen nicht nachweisen. Eine auch nur kurzfristige eindeutige Veränderung der alveolaren CO_2-Spannung sowie des p_H oder der Säureausscheidung im Harn wurde nicht gefunden.

Literaturverzeichnis.

[1] *Henderson* u. *Palmer:* J. of biol. Chem. **17**, 305 (1914). — [2] *Berg, R.:* Münch. med. Wschr. **1917**, 803. — [3] *Bohn:* Biochem. Z. **179**, 220 (1926). — [4] *Beck* u. *Lauber:* Klin. Wschr. **7**, 2241 (1928). — [5] *Mainzer* u. *Shen:* Pflügers Arch. **222**, 1 (1929). — [6] *Pinkussen, L.:* Mikromethodik. 2. Aufl. Leipzig 1923. — [7] *Barrenscheen* u. *Willhelm:* Laboratoriumsmethoden. Leipzig und Wien 1928. — [8] *van Slyke* u. *Palmer:* J. of biol. Chem. **41**, 567 (1920). — [9] Zit. nach *Davies, Haldane, Peskett:* J. of Physiol. **56**, 269 (1922). — [10] *Wordell, H.:* Z. exper. Med. **42**, 389 (1924). — [11] *Beck, A.:* Biochem. Z. **199**, 21 (1928). — [12] *Hasselbalch, K. A.:* Biochem. Z. **78**, 112 (1917). — [13] *Gamble:* J. of biol. Chem. **51**, 295 (1922). — [14] Nach *Mainzer* u. *Joffe:* Biochem. Z. **203**, 50 (1928). — [15] *Straub, H.:* Erg. inn. Med. **25**, 1 (1924) (auf S. 79). — [16] *Hasselbalch, K. A.:* Biochem. Z. **74**, 18 (1916). — *Beckmann, K.:* Münch. med. Wschr. **1923**, 417. — [17] *Hasselbalch, K. A.:* Biochem. Z. **46**, 403 (1912). — *Erdt:* Dtsch. Arch. klin. Med. **117**, 497 (1915). — [18] *Beckmann, K.:* Z. exper. Med. **42**, 424 (1924). [19] *Beckmann, K.* u. *Ewig:* Münch. med. Wschr. **1926**, 1517. — [20] *Hürthle:* Münch. med. Wschr. **1929**, 1405. — [21] *Herrmannsdorfer:* Münch. med. Wschr. **1926**, 48. — [22] *Müller, P.* u. *H. Quincke:* Dtsch. Arch. klin. Med. **158**, 42 (1928).

Lebenslauf.

Ich, *Walter Mecke*, wurde am 8. Juni 1904 zu Wesel am Rhein geboren als Sohn des kgl. Landmessers *Bernward Mecke* und seiner Ehefrau *Anna*, geb. *Bongert*. 1910 bis 1913 besuchte ich die evangelische Volksschule, danach das humanistische Gymnasium meiner Vaterstadt, wo ich im März 1922 die Reifeprüfung ablegte. 1922/27 studierte ich Medizin, zunächst in Münster i. W., wo ich im Sommer 1924 die ärztliche Vorprüfung bestand, dann in Freiburg, München und im Wintersemester 1926/27 in Berlin. Im Sommer 1927 legte ich in Berlin die ärztliche Staatsprüfung ab. In der Zeit vom 1. August 1927 bis zum 25. Oktober 1928 war ich in der inneren Abteilung des städtischen Krankenhauses Berlin-Reinickendorf tätig, dort erhielt ich am 1. August 1928 die Approbation als Arzt. Seit dem 25. Oktober 1928 bin ich als freiwilliger Hilfsarzt in der medizinischen Klinik der Universität Göttingen.